RESEARCH HIGHLIGHTS

95-201 Technical Series

Ventilation and Air Quality Testing in Electrically Heated Housing

Introduction

Hydro Québec, like many other North American utilities, is considering a program to insulate, weatherstrip, and air seal older houses, in an attempt to reduce the electric power required for heating. These measures will result in a reduced house air change rate. Hydro Québec and CMHC were interested in seeing how indoor air quality could be affected by a lower air change rate. To help in these calculations, Hydro selected 30 houses in the Trois-Rivières area and tested them thoroughly over the heating season. Special tests measured such factors as pollutant source strength and the effects of householder activity.

Research Program

The houses chosen for this study had the same house leakage distribution as found in an earlier study by Hydro Québec.

Air quality measurements were conducted over a one week period on all houses. Data was tabulated for:

- Average air change rate;
- Indoor air particulates;
- Total Volatile Organic Compounds (VOC's);
- Formaldehyde;
- Radon;
- CO_2; and
- Water vapour

and compared with Health Canada standards for acceptable long-term and short-term limits. Effort was made to determine possible causes for those houses with high pollutant levels. The data was analyzed to determine the source strength of these contaminants in each house.

Further testing was undertaken on 8 houses, some of which had innovative ventilation systems. Continuous monitoring over a year gathered data on CO_2 and humidity levels, house energy consumption and weather conditions. Homeowner activities such as cigarette consumption, clothes drying, and wood burning were also monitored for their effect on air quality.

Ventilation systems were compared based on how they affected indoor CO_2 and humidity levels when the system was operational and again when it was turned off or sealed closed. The five systems included:

- "turbine" exhaust systems powered by wind and natural chimney effect - house #1,2.
- upgraded bathroom fans -house #3,6;
- internal fan circulation system - house #4;
- a fan drawing air from the bedrooms, mixing with fresh outdoor air, and supplying this mixed air to the hall by the bedrooms - house #5; and
- balanced air intake and exhaust ventilation system - house #8;

Findings

Results from the week-long, 30 house study revealed that three pollutants generally gave the highest readings. CO_2, respirable particulates (RSP's), and formaldehyde approached the allowable short-term limits. A number of houses exceeded the allowable long-term exposure guidelines.

The daily CO_2 level in the living room ranged between 570-1,507 ppm with an overall average of 929 ppm. Spot tests showed that living room readings were indicative of CO_2 levels for the rest of the house, indicating a high rate of mixing from room to room. Living room monitors recorded that all houses were well below the Health Canada long-term level of 3,500 ppm but 27% exceeded the more exacting ASHRAE standard of 1,000 ppm. Interestingly, bedroom monitoring systems revealed that rooms where the door was closed for the night had levels up to 5,000 ppm by morning, while open-door bedrooms had increased levels of only 300 ppm over that found in the rest of the house. This can clearly be seen in Figure 1 for house #5. This finding indicates a need for better distribution of air for isolated rooms in houses without forced air circulation systems.

Most remedial systems tested were able to reduce contaminant levels to some degree. The fresh air tempering system used in house #5 worked quite well, leading to a marked decrease in CO_2 levels in the closed-door bedroom from peaks of 4,000 ppm to 1,500 ppm and means of 2,000 ppm to 1,100 ppm.

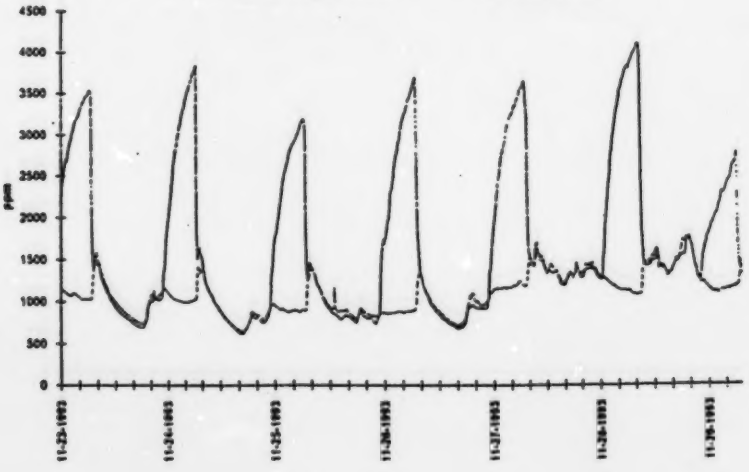
The unbalanced fan system in house #4 was used to produce more mixing of air between the basement and upper floors. While humidity and CO_2 levels were already low here, this system helped reduce the amplitude variations of pollutant concentrations and hence peak levels, as well as aiding in the even distribution of heat from the wood stove.

The air distribution system with balanced intake and exhaust used in house #8 worked well. House #8 maintained humidity and CO_2 at very low levels compared to the other 7 houses.

Exhaust fan upgrades in houses #3 and #6 was not as successful as other measures due to operation limitations. While the fan did decrease CO_2 and humidity levels in house #3, it was controlled by outside temperatures and only worked in the spring time when humidity levels were not a problem. It is expected that it will have a greater impact in

Figure 1. Difference in CO_2 Levels between Rooms on Same Floor, House #5

—— Master Bedroom - - - - - Living Room



102-02952/

the fall when humidity levels will be higher. The exhaust system in house #6 was controlled by an indoor humidity sensor but, due to the noisiness of the fan, the homeowner shut it off.

The use of turbines in houses #1 and 2 increased house ventilation rates, and consequently reduced house pollutant concentrations.

Implications to the Utilities and Retrofit Industry

There is a difficulty in predicting indoor air quality levels in housing, as source strengths seem to be unique to each house. This leads to a difficulty in implementing an air tightening program: prescriptive protocols will be inappropriate for a certain percentage of housing stock. Instead houses must be examined on an individual basis to determine the optimum strategy in each case.

All mechanical ventilation systems have been shown to reduce contaminant levels in housing, regardless of their complexity. Even simple exhaust fans will work in certain cases. Systems that are non-intrusive and systems focussed on the problem areas have the best chance for success.

Project Manager: Don Fugler
(613) 748-2658
Research Report: Ventilation and Air Quality Testing in Electrically Heated Housing (1994)
Research Consultant: Stricker Associates and Hydro Québec

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

The Research and Development Highlights factsheet is one of a wide variety of housing-related publications produced by CMHC.

For a complete list of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
FAX: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français.

OUR WEB SITE ADDRESS: www.cmhc-schl.gc.ca

Although this information product reflects housing experts' current knowledge, it is provided for general information purposes only. Any reliance or action taken based on the information, materials and techniques described are the responsibility of the user. Readers are advised to consult appropriate professional resources to determine what is safe and suitable in their particular case. CMHC assumes no responsibility for any consequence arising from use of the information, materials and techniques described.

60975

Canada

Le point en recherche et développement

93-201 Série technique

Essais de ventilation et de qualité de l'air dans des maisons chauffées à l'électricité

Introduction

Hydro-Québec, comme bien d'autres entreprises de service public nord-américaines, envisage de mettre sur pied un programme visant à isoler, à calfeutrer et à rendre étanche à l'air les vieilles maisons dans l'espoir de réduire l'énergie électrique requise pour les chauffer. Comme ces mesures se traduiront par une diminution du taux de renouvellement de l'air dans les maisons, Hydro-Québec et la SCHL ont voulu savoir si la qualité de l'air intérieur en souffrirait. À cette fin, Hydro-Québec a sélectionné 30 maisons dans la région de Trois-Rivières et leur a fait subir des essais exhaustifs tout au long de la saison de chauffage. Des analyses spéciales ont mesuré les taux d'émission des polluants ainsi que les effets des habitudes de vie des occupants.

Programme de recherche

Les maisons composant l'échantillon de cette étude présentaient la même distribution de fuites d'air que ce qu'une étude antérieure d'Hydro-Québec avait fait ressortir.

Les mesures de la qualité de l'air ont été prises durant une période d'une semaine pour toutes les maisons. Les données compilées visaient à relever :

- le taux moyen de renouvellement d'air;
- les particules d'air à l'intérieur;
- les composés organiques volatiles totaux (COVT);
- le formaldéhyde;
- le radon;
- le bioxyde de carbone;
- la vapeur d'eau

et à les comparer avec les normes de Santé Canada concernant les limites acceptables d'exposition de longue et de courte durée. On s'est efforcé de déterminer l'origine possible de la pollution dans les maisons où les taux de polluant étaient élevés. De plus, les données ont été analysées afin de connaître les taux d'émission de ces contaminants dans chaque maison.

Des analyses plus poussées ont été réalisées dans huit maisons, dont certaines étaient dotées d'installations de ventilation innovantes. Une surveillance en continu s'étalant sur une période d'un an a permis de recueillir des données sur le bioxyde de carbone, les taux d'humidité, la consommation énergétique des maisons et les conditions climatiques. Les habitudes de vie des occupants comme la consommation de cigarettes, le séchage des vêtements et la combustion de bois ont également été suivies afin de déterminer leur effet sur la qualité de l'air.

Les installations de ventilation énumérées ci-dessous ont été comparées selon l'effet qu'elles avaient sur les concentrations de bioxyde de carbone et les taux d'humidité à

l'intérieur lorsqu'elles étaient en fonction et une fois encore lorsqu'elles étaient complètement inutilisées :

- système d'extraction à «turbine» actionnée par le vent avec effet de cheminée naturel - maisons numéros 1 et 2;
- ventilateurs de salle de bains améliorés - maisons numéros 3 et 6;
- système de circulation interne par ventilateur - maison n° 4;
- ventilateur permettant d'extraire l'air des chambres, de le mélanger avec de l'air extérieur et de diffuser l'air ainsi mélangé vers le vestibule en passant par les chambres - maison n° 5;
- système équilibré de distribution et d'extraction d'air - maison n° 8.

Résultats

Cette étude d'une durée d'une semaine qui a porté sur 30 maisons révèle que trois polluants ont généralement affiché les plus fortes concentrations. Ainsi, le bioxyde de carbone, les particules respirables (PRS) et le formaldéhyde approchaient des limites acceptables d'exposition de courte durée. Dans un certain nombre de maisons, les concentrations de polluant excédaient les directives admissibles d'exposition de longue durée.

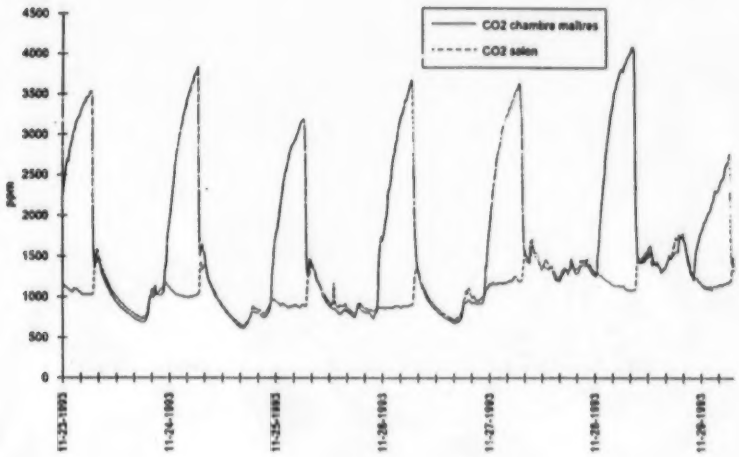
Les concentrations quotidiennes de bioxyde de carbone dans le salon variaient de 570 à 1507 ppm, pour une moyenne globale de 929 ppm. Des analyses ponctuelles ont montré que les mesures prises au salon reflétaient bien les concentrations des autres pièces de la maison, une indication que l'air se mélange très bien d'une pièce à l'autre. Les appareils placés dans le salon ont permis de constater que les concentrations mesurées dans toutes les maisons étaient bien inférieures aux niveaux d'exposition de longue durée de 3500 ppm établis par Santé Canada. Toutefois, 27 % d'entre elles excédaient la norme plus stricte de l'ASHRAE fixée à 1000 ppm. Il est intéressant de noter que les appareils de mesure placés dans les chambres ont révélé que les pièces où la porte était fermée pendant la nuit présentaient des concentrations pouvant atteindre 5000 ppm le matin. Quant aux chambres où on laissait la porte ouverte, elles n'affichaient qu'une élévation de 300 ppm par rapport au reste de la maison, ce que montre clairement la Figure 1 pour la maison n° 5. Les résultats indiquent qu'il faut distribuer l'air plus également dans les pièces isolées des maisons dépourvues d'installation de ventilation à air pulsé.

La plupart des mesures correctives mises à l'essai ont pu réduire les concentrations de contaminant jusqu'à un certain point. L'installation d'air frais de la maison n° 5 a très bien fonctionné, entraînant une diminution marquée des concentrations de bioxyde de carbone dans la chambre dont la porte était fermée, passant du sommet de 4000 ppm à 1500 ppm et d'une moyenne de 2000 ppm à une moyenne de 1100 ppm.

L'installation de ventilation à débit non équilibré de la maison n° 4 a été utilisée pour accroître le mélange de l'air entre le sous-sol et les étages supérieurs. Même si les concentrations de bioxyde de carbone et le taux d'humidité étaient déjà faibles à cet endroit, cette installation a contribué à réduire les variations d'amplitude des concentrations de polluants et, par conséquent, les teneurs optimales, tout en favorisant une diffusion uniforme de la chaleur produite par le poêle à bois.

L'installation de distribution d'air à alimentation et extraction équilibrées de la maison n° 8 a été efficace. Cette maison a affiché des taux très faibles d'humidité et de bioxyde de carbone comparativement aux sept autres maisons.

Figure 1. Différence dans les niveaux de CO2 entre les pièces d'un même étage, maison n° 5



L'amélioration des ventilateurs d'extraction dans les maisons 3 et 6 n'a pas donné d'aussi bons résultats que les autres à cause des limites de fonctionnement. En effet, bien que le ventilateur de la maison n° 3 ait réussi à faire baisser les taux d'humidité et de bioxyde de carbone, celui-ci était commandé par la température extérieure et ne fonctionnait que le printemps lorsque les taux d'humidité ne représentaient pas un problème. Ses effets seront vraisemblablement plus marqués en automne puisque les taux d'humidité seront plus élevés. Le système d'extraction de la maison n° 6 était commandé par un capteur d'humidité intérieur, mais le propriétaire l'a fermé à cause du bruit que produisait le ventilateur.

L'utilisation de turbines dans les maisons 1 et 2 a augmenté les taux de ventilation, réduisant par la même occasion les concentrations de polluant.

Conséquences pour les entreprises de service public et le secteur de la rénovation

Il est difficile de prévoir la qualité de l'air des habitations puisque chaque maison semble avoir des taux d'émission uniques. C'est pourquoi il est ardu de mettre sur pied un programme d'étanchéité à l'air. En effet, les protocoles normatifs seront toujours inappropriés pour un certain pourcentage du parc résidentiel. Il faut plutôt examiner chacune des maisons pour déterminer la stratégie optimale pouvant leur convenir.

On a pu constater que, peu importe leur complexité, toutes les installations de ventilation mécanique arrivent à réduire les concentrations de contaminant dans les maisons. Même de simples ventilateurs d'extraction suffisent dans certains cas. Les systèmes discrets et ceux qui agissent seulement sur la zone touchée ont toutefois les meilleures chances de succès.

***Directeur de projet** : Don Fugler, (613) 748-2658*
***Rapport de recherche** : Essais de ventilation et de qualité de l'air dans des maisons chauffées à l'électricité (1994)*
***Consultants** : Stricker Associates et Hydro-Québec*

Il est possible de se procurer un rapport complet de cette recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série ***Le point en recherche et développement*** *n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.*

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English.

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.